

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

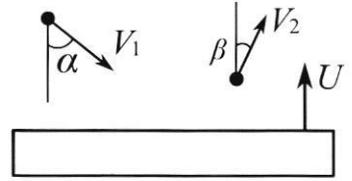
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью  $U$  вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость  $V_1 = 18$  м/с, направленную под углом  $\alpha$  ( $\sin \alpha = \frac{2}{3}$ ) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью  $V_2$ , составляющей угол  $\beta$  ( $\sin \beta = \frac{3}{5}$ ) с вертикалью.



1) Найти скорость  $V_2$ .

2) Найти возможные значения скорости плиты  $U$  при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

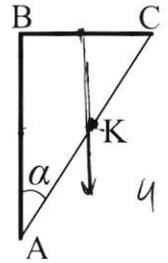
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве  $\nu = 3/5$  моль. Начальная температура аргона  $T_1 = 320$  К, а криптона  $T_2 = 400$  К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными.  $R = 8,31$  Дж/(моль К).

1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

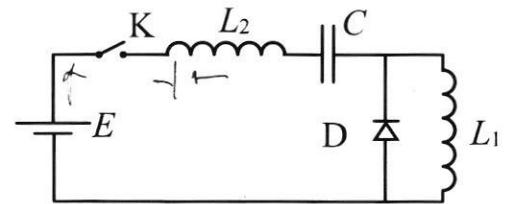
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол  $\alpha = \pi/4$ . Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда  $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$ , соответственно. Угол  $\alpha = \pi/9$ . Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС  $E$ , катушек с индуктивностями  $L_1 = 5L, L_2 = 4L$ , конденсатора емкостью  $C$ , диода  $D$  (см. рис.). Ключ  $K$  разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в  $L_2$ .

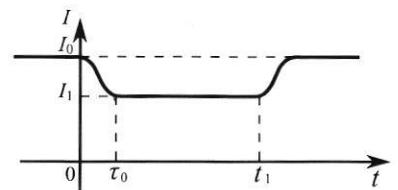
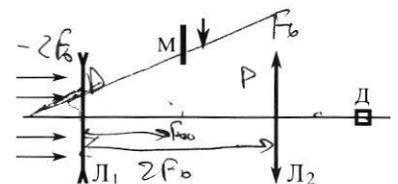


1) Найти период  $T$  этих колебаний.

2) Найти максимальный ток  $I_{01}$ , текущий через катушку  $L_1$ .

3) Найти максимальный ток  $I_{02}$ , текущий через катушку  $L_2$ .

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз  $L_1$  и  $L_2$  (см. рис.) с фокусными расстояниями  $-2F_0$  и  $F_0$ , соответственно. Расстояние между линзами  $2F_0$ . Диаметры линз одинаковы и равны  $D$ , причем  $D$  значительно меньше  $F_0$ . На линзу  $L_1$  падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе  $D$ , на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень  $M$ , плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии  $F_0$  от  $L_1$ . На рисунке показана зависимость тока  $I$  фотодетектора от времени  $t$  (секундомер включен в момент начала уменьшения тока).  $I_1 = 7I_0/16$



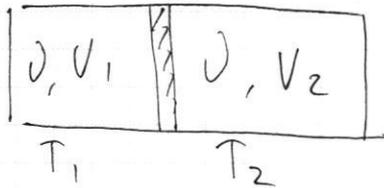
1) Найти расстояние между линзой  $L_2$  и фотодетектором.

2) Определить скорость  $V$  движения мишени. 3) Определить  $t_1$ .

Известными считать величины  $F_0, D, \tau_0$ .

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



1)  $i=3$ , т.к. одноатомные  
по  $M$ -критерию:  
 $pV = \nu RT$

Т.к. поршень движется, то давление в обеих  
сторонах равно

$$p_1 = \frac{\nu RT_1}{V_1} = p_2 = \frac{\nu RT_2}{V_2} \quad \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{400}{320} = \frac{10}{8} = \left(\frac{5}{4}\right)$$

2)  $V_1 + V_2 = V$

$$V_1 = \frac{4}{9}V \quad V_2 = \frac{5}{9}V, \text{ где } V - \text{общ. объем сосуда}$$

Т.к. сосуд теплоизолирован, то тепло проходит только  
через поршень. Давление с обеих сторон должно  
быть равно. Температура тоже одинакова. Т.к. кол-во газа у  
нас одинаковое ( $\nu_1 = \nu_2 = \nu$ ), температура выравнивается,  
то по  $M$ -критерию объем, занимаемый  
газами становится равным

$$\left( \begin{array}{l} p_1 V_1' = \nu RT \\ p_2 V_2' = \nu RT \end{array} \right. , p_1 = p_2 \quad \left. \frac{V_1'}{V_2'} = 1 \right)$$

~~2) R~~

Значит, кристал нагревается и расширяется, а пар  
охлаждается, сжимается и конденсируется.

$$|Q_A| = |Q_K|$$

Работа не совершается (т.к. давление <sup>и объем</sup> изопроцесса сохраняется)

$$\left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 \right| = \left| \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 \right| \Rightarrow \Delta T = \frac{T_2 - T_1}{2} = 40$$

$$T = T_1 + 40 = \boxed{360 \text{ K}}$$

$$3) Q = \Delta U + A_{\text{г}}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot R \cdot 40 = 36R$$

$$A_{\text{г}} = \Delta(pV)$$

$$\Delta V = \frac{5}{9} V - \frac{V}{2} = \frac{V}{18}$$

$$p_2 = \frac{\nu R T_2 \cdot 9}{V} - \text{нач. давление кристалла}$$

$$p_2' = \frac{\nu R T \cdot 2}{V} - \text{конеч. давление кристалла}$$

$$\Delta p = (p_2' - p_2) = -\frac{\nu R}{V} (9T_2 - 2T)$$

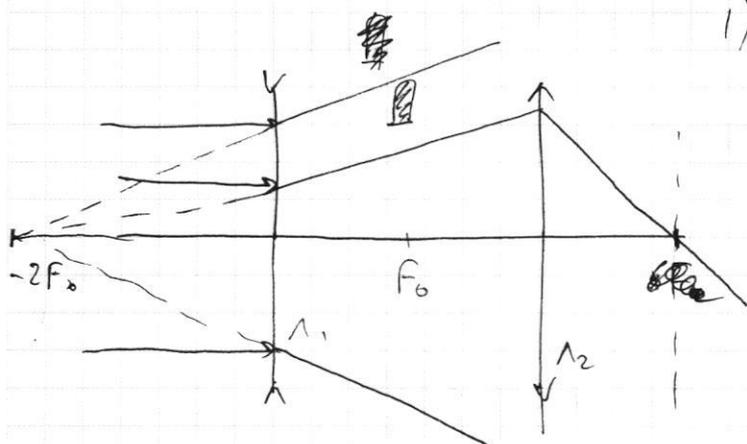
$$Q = 36R - \frac{\nu R}{V} (9T_2 - 2T) \cdot \frac{V}{18} = 36R - \nu R \left( \frac{1}{2} T_2 - \frac{1}{9} T \right)$$

$$\nu R \left( \frac{1}{2} T_2 - \frac{1}{9} T \right) = \frac{3}{5} \cdot R \cdot (200 - 40) = 96R$$

$$Q = 36R - 96R = -60R = -498,6 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad |Q| = 498,6 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\text{Ответ: } 1) \frac{5}{9} \quad 2) 360 \text{ K} \quad 3) 498,6 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

У5



1) По ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

Для  $L_2$  лучи выходят углом  $\alpha$  к оси  $-2F_0$ .

~~$d = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$~~   $d = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} \Rightarrow \boxed{f = \frac{4F_0}{3}}$$
 - радиус от  $L_2$  до D

2) Изображение мнимое в  $L_1$ , - предмет где  $L_2$ .

Тогда  $\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{2F_0} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{2F_0} \Rightarrow \boxed{f = \frac{2}{3}F_0}$  - от  $L_1$

Значит, изобр. мнимое находится на расст.  $2F_0 - \frac{2}{3}F_0 = \frac{4}{3}F_0$

Для  $L_2$ :  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{3}{4F_0} \Rightarrow f = 4F_0$

$\boxed{u = v \cdot \Gamma^2}$ , где  $u$  - скорость изобр.,  $v$  - скорость предмета,  $\Gamma$  - увелич.

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{4F_0}{F_0} = 4$$

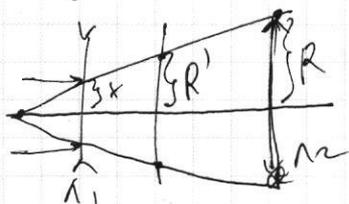
$$u = 16 \cdot v$$

$\Delta L$  проходит изобр. мнимое со скоростью  $16v$ .

Когда ток становится  $\Gamma$ , мнимое все находится в центре света.

Из подобия:  $\frac{2F_0}{4F_0} = \frac{x}{R} \Rightarrow x = \frac{1}{2}R$  - радиус

луча, при котором все лучи направлены на  $L_2$ , т.к.  $D_1 = D_2 = b$ .



Тогда в центре лучей пройдет расст  $2R'$ .

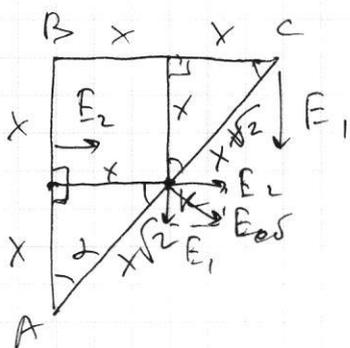
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{2F_0}{3F_0} = \frac{x}{R'} \Rightarrow 2R' = 3x$$

За  $\Delta t = t_1 - t_0$  ~~еще~~ мышь пройдет  $\left[ \frac{3}{4} D \right]$ .

$$\Delta t = \frac{3D}{4v}$$

№3



напряженность  
полей

$$1) \sigma = \frac{Q}{S} \quad E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

т.к.  $\alpha = 45^\circ$  то все стороны  
равны ~~по~~ (у ср. линии и р/б тр-нов)

Тр-к ABC - р/б

$$E_{os} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

т.к.  $\sigma_1 = \sigma_2$ ,  $\epsilon_0$  - конст  $\Rightarrow E_1 = E_2 = E$

$$E_{os} = E\sqrt{2}$$

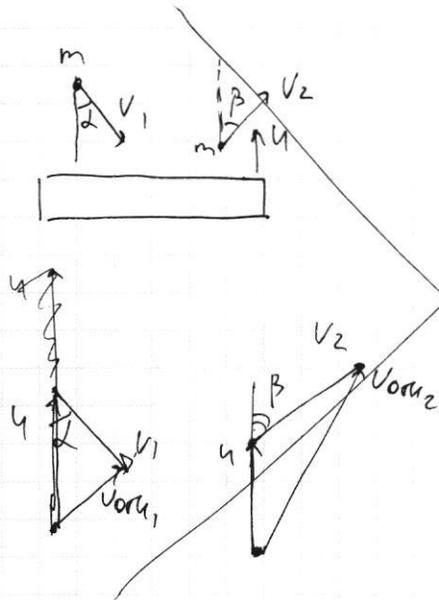
$$\frac{E_{os}}{E_1} = \sqrt{2} = 1,41$$

$$2) \sigma_1 = \sigma \quad \sigma_2 = \frac{2\sigma}{7} \quad \alpha = \arctan 2 = 20^\circ$$

$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{2\sigma}{7\epsilon_0}$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У1



Равны. движение отн. точки

Скорость первого шарика

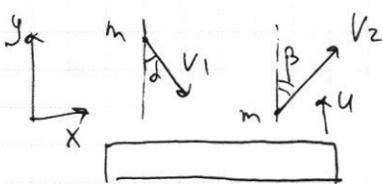
$$V_{отн1} = \sqrt{u^2 + v_1^2 - 2 \cos \alpha \cdot v_1 \cdot u}$$

$$V_{отн2} = \sqrt{u^2 + v_1^2 + 2 \cos \beta \cdot v_2 \cdot u}$$

Тогда моменты импульсов запишем так

$$m V_{отн1x} = m V_{отн2x}, \text{ где } V_{отн1x} \text{ и } V_{отн2x} - \text{ проекции этих скоростей на хор-ось.}$$

У1



1) Направим ось координат.

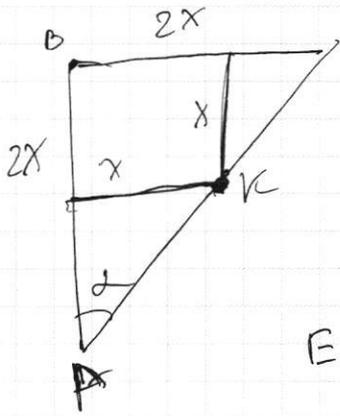
На проекции  $v_{1x}$  и  $v_{2x}$  скорость  $u$  не вылетит, т.к.  $u \perp OX$ .

Тогда уравн ЗСМ:  $m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$ , где  $m$  - масса шарика

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ (м/с)}$$

$$2) v_{1y} = v_1 \cos \alpha \quad v_{2y} = v_2 \cos \beta$$

Учитывая что шары не деформируются, то шары отскочат со тех же углами к поверхности, следовательно скорости  $v_1$



$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2}$$

$$\frac{L_2 I_2^2}{2} + \frac{L_1 I_1^2}{2} = \frac{C U^2}{2}$$

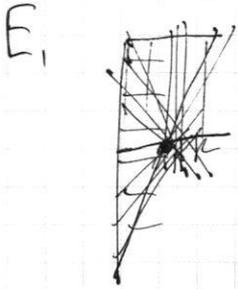
$$\frac{mV_{iy,acc}}{2} = m \cdot \frac{V_3}{k}$$

$$NK = AK \cos \alpha$$

$$E = \frac{G}{2E_0}$$

$$E = \frac{KG}{2E_0 AK^2}$$

$$\frac{AK}{KC} \quad Q = G \cdot S$$



$$E_1 = \frac{G}{2E_0} \quad E_2 = \frac{2G}{14E_0}$$

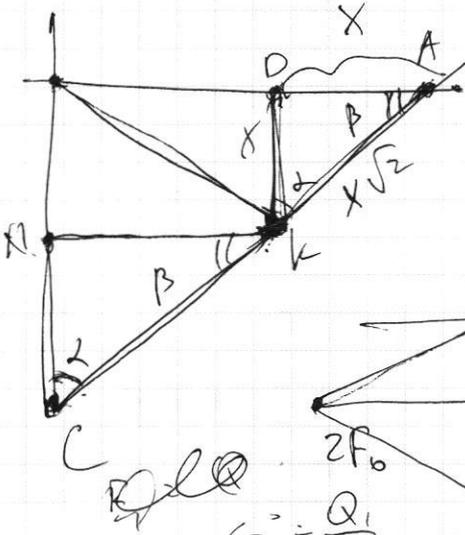
$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{14}{2 \cdot 2} = \frac{7}{2}$$

$$E_1 = \frac{KG}{2E_0 AK^2} \quad k = \frac{1}{4 \cdot 5 E_0}$$

$$E_2 = \frac{KG}{2E_0 PD^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{KD^2}{AK^2} =$$

$$E_1 = \frac{G}{2E_0 AK^2}$$



$$U = V_{eff}^2$$

$$\frac{2F_0}{4F_0} = \frac{x}{R} \Rightarrow x = R \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{2F_0}{3F_0} = \frac{x}{R}, \Rightarrow R = \frac{x \cdot 3}{2}$$

$$2 - \frac{2}{3} = \frac{4}{3}$$

$$G = \frac{Q_1}{S} \quad G_2 = \frac{7Q_2}{2S}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{d} \quad f = \frac{F_0 d}{d - F_0}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} \quad \frac{1}{f} = -\frac{1}{2F_0}$$

$$-\frac{1}{f} = -\frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} \quad f = \frac{2F_0^2}{F_0} = 2F_0$$

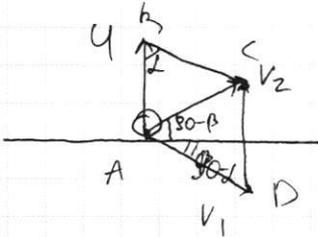
$$\frac{1}{f} = \frac{2F_0}{3F_0} \quad \frac{L_2 I_2^2}{2} + \frac{C U^2}{2} = 0 \quad \frac{L_2 I^2}{2} + \frac{L_1 I^2}{2} = \frac{C U^2}{2}$$

$$E - E_{si} + U_c - E_{si} = 0 \quad E = U_c$$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

У1 (продолжение)

2) Рассчитайте поверхность удачи:



$$\angle ACB = (90 - \beta) + (90 - \alpha) = 180^\circ - \beta - \alpha$$

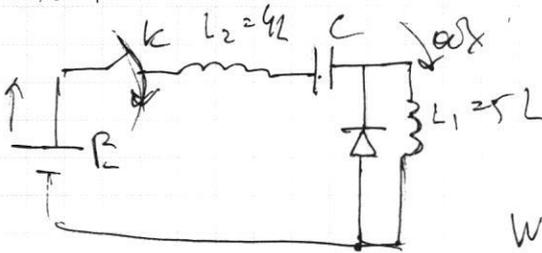
т.кос. где  $\triangle ABC$ :

$$u^2 = v_2^2 + v_1^2 + 2 \cos(\beta + \alpha) v_2 \cdot v_1 = v_2^2 + v_1^2 + 2(\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) v_2 \cdot v_1$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\sqrt{5}}{3} \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{4}{5}$$

$$u^2 = 20^2 + 18^2 + 2 \left( \frac{4}{5} \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} - \frac{3}{5} \cdot \frac{2}{3} \right) \cdot 20 \cdot 18$$

У4



Диод пропускает ток только  
в  $\downarrow$  сторону (только вверх)

$$W_L = \frac{LI^2}{2} \quad W_C = \frac{CU^2}{2}$$

При замыкании ток начинает течь через катушку,  
создавая  $E_{si} = LI'$  и заряжая конденсатор.

$$\frac{LI'^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \quad T = 2\pi\sqrt{CL} = 4\pi\sqrt{CL}$$

$I_{max}$  при  $I' = 0 \Rightarrow E_{si} = 0$

по правилу Кирхгофа:  $E - E_{si} + E_C - E_{si} = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow E = U_C$$

$$\frac{4LI^2}{2} + \frac{L_2 I_2^2}{2} = \frac{CU^2}{2} \quad \text{Число ток } I_{01} \quad \frac{CU^2}{2} - \max \quad \frac{L_2 I_2^2}{2} - \min$$

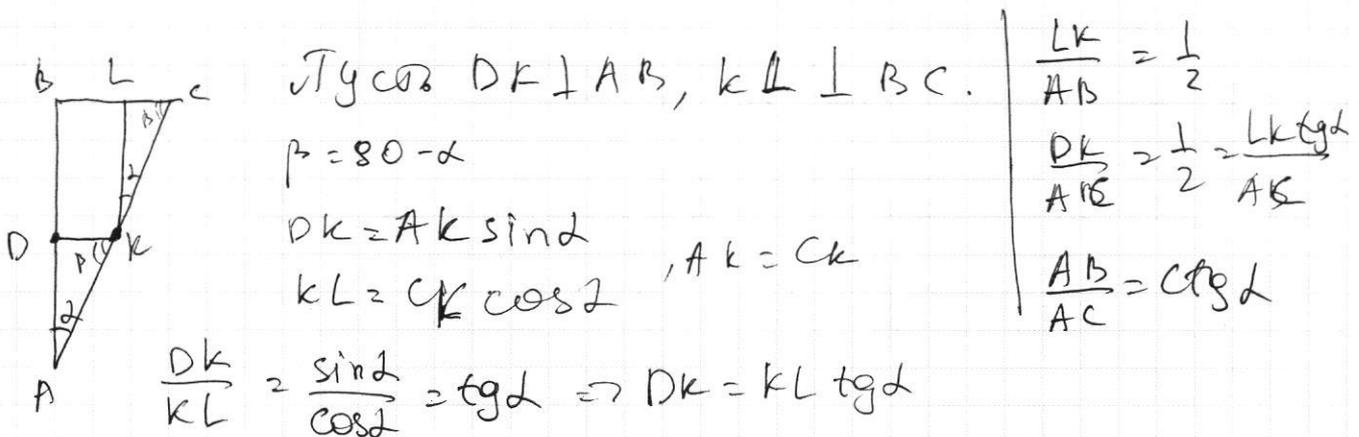
$$\frac{L_1 I_{01}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow \tau_{01} = E \sqrt{\frac{C}{5L}}$$

3) Аналогично  $\tau_{02} = E \sqrt{\frac{C}{4L}} = \frac{E}{2} \sqrt{\frac{C}{L}}$

У3 (продолжение)

$$E_1 = \frac{G}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{G}{7\epsilon_0}$$

$$G = \frac{Q}{S} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{SG_1}{SG_2} = \boxed{\frac{7}{2}}$$



$$E_{05} = \sqrt{E_1'^2 + E_2'^2}$$

$$E_1' = \frac{G}{2\epsilon_0 Lk^2} \quad E_2' = \frac{G}{7\epsilon_0 Dk^2}$$

$$E_{05} = \sqrt{\left(\frac{G}{2\epsilon_0 Lk^2}\right)^2 + \left(\frac{G}{7\epsilon_0 Dk^2}\right)^2} = \frac{G}{\epsilon_0^2} \sqrt{\frac{1}{4Lk^2} + \frac{1}{7Lk^2 \text{tg}^2 \alpha}}$$

У5 (продолжение)

Мы знаем отношение  $\frac{\tau_0}{\tau_1} \Rightarrow$  знаем отношение  $\frac{S_0}{S_0 - S_1}$

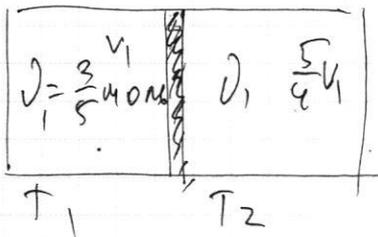
где  $S_0$  - площадь пуле  $S_1$  - площадь мишени

$$\frac{S_0 - S_1}{S_0} = \frac{\tau_1}{\tau_0} = \frac{7}{16} = 1 - \frac{S_1}{S_0} \Rightarrow \frac{S_1}{S_0} = \frac{9}{16} \quad \frac{\tau_1}{\tau_1'} = \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau_1 = \frac{3}{4} \tau_1' = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \tau = \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{2} = \frac{D}{4}$$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{R'}{u}$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\gamma = 3$

$E = \frac{kQ^2}{r^2}$

$(V_1 + V_2)RT = \frac{V_1 RT_1}{V_1} + \frac{V_2 RT_2}{V_2}$

$V_{\text{ср}} = \frac{8}{4} V_1 \quad V_1 = \frac{4}{5} V$

$V_2 = \frac{5}{8} V$

$(V_1 + V_2)T = \frac{V_1 T_1 \cdot \gamma}{\gamma V} + \frac{V_2 T_2 \cdot \gamma}{\gamma \cdot 5}$

$(V_1 + V_2)T = \frac{3}{4} V_1 T_1$

$F = E \cdot d \quad \frac{F}{d} = E \quad \frac{F}{9} = E$

$\frac{3}{5} \cdot 2T = \frac{8}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 320 + \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{5} \cdot 400 \quad 36R =$

$T = \frac{24 \cdot 80}{6} + \frac{24 \cdot 80}{6}$

$T = 9 \cdot 40 + 8 \cdot 40 = 2 \cdot 8 \cdot 40 = 8 \cdot 80 = 720 \text{ K}$

$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$

$\frac{3}{2} \nu R \Delta T_A + p \cdot \frac{1}{8} V = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_B$

$p_2 = \frac{\nu R T_2 \cdot \gamma}{5V}$

$p_2' = \frac{\nu R T \cdot 2}{V}$

$(V_1 + V_2) pV = \nu R T_2 \quad p \frac{V}{2}$

$= 36R - \frac{3}{5} R (2 \cdot 400 -$

$\frac{2V}{V} = \frac{T_2}{T}$

$R \frac{V}{2} = \nu R T$

$p_1 = \frac{\nu R T_2}{9V}$

$p_2 = \frac{2 \nu R T}{V}$

$- 800 \cdot 40) = \frac{3}{5} (800 - 40) = \frac{3}{5} \cdot 760 = 152 \cdot 3$

$\frac{3 \nu R \Delta T + p \Delta V}{2}$

$\frac{10V - 8V}{18}$

$36R - \frac{\nu R}{18} (8 \cdot T_2 - 2T)$

$36R - \nu R (2T_2 - \frac{T}{9}) = \frac{700}{5} = 140$



черновик     чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

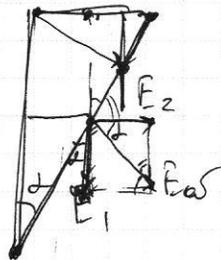
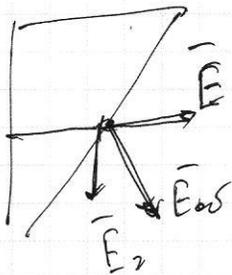
Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)

и это угол. минимал на расст.  $\frac{2}{3} F_0$  от  $A_1$ ,  
 угол предельно при  $A_2$ .

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{3}{4F_0} \Rightarrow f = 2$$

$$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$$

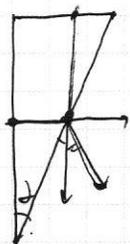
$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \sin \beta$$



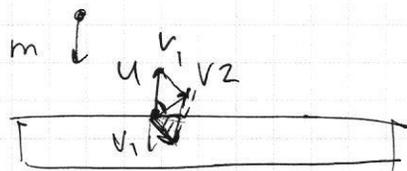
$$E_1 = \frac{G}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{G}{7\epsilon_0}$$

$$\cos(\beta + (90 - \alpha)) =$$

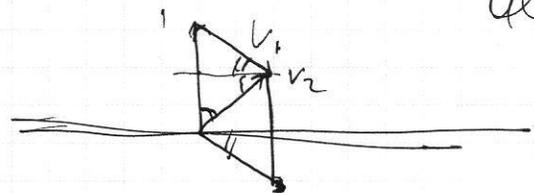


$$E_{\cos} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \cos \beta$$



$$\frac{mv_1^2}{2} \quad v_2 = \sqrt{u^2 + v_1^2 - 2 \cos \alpha \cdot v_1 \cdot u}$$

$$\frac{mv_1^2}{2}$$



$$u^2 = v_1^2 + v_2^2$$

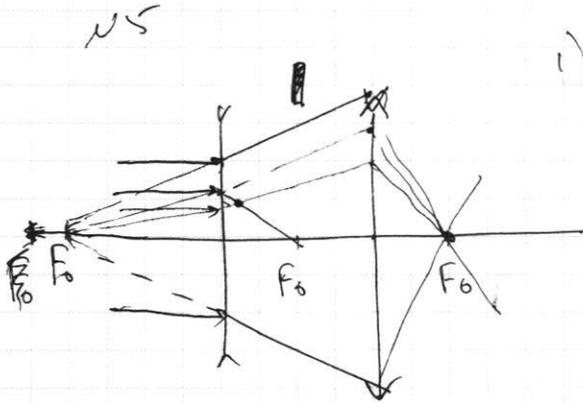
$$u^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2 \cos(\beta + (90 - \alpha)) \cdot v_1 \cdot v_2$$

$$v_{1y} - u = v_{2y} - u$$

$$v_{1y} = v_{2y}$$

$$u^2 = 18^2 + 20^2 +$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

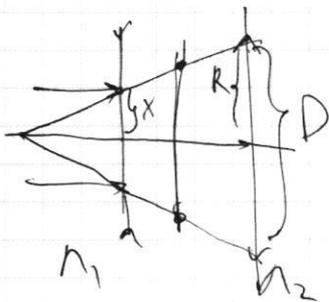


1) Т.к. свет фокусируется на фотоприемнике, значит  $f < \text{союр.}$  линзы, то расстояние между  $A_2$  и фотоприемником  $F_0$ .

2)  $|u = v \Gamma^2|$ , где  $u$  - скорость судна,  $v$  - скорость течения,  $\Gamma$  - угол увалки. мины.

Когда на станциях  $I_1$  мина все находится в точке свеса.

Найдем, какой радиус кривой  $x$  будет достигать концов мины  $A_2$

$$\sqrt{4x^2 + 4x^2} = x\sqrt{8} = 2\sqrt{2}x$$


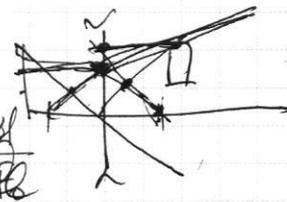
из подобия:  $\frac{2F_0}{4F_0} = \frac{x}{R} \Rightarrow x = \frac{1}{2}R$

Тогда мина в точке кривой пройдет

расстояние  $R'$ :  $\frac{2F_0}{3F_0} = \frac{x}{R'} \Rightarrow 2R' = 3x$

За  $\Delta t = t_1 - t_0$  мина пройдет  $\frac{3}{2}R = \frac{3}{4}D$ ,

где  $D$  - диаметр мины.  
по ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = \frac{F_0 d}{d - F_0}$$


$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{2F_0}$$

Если на окне только размываемая мина, то

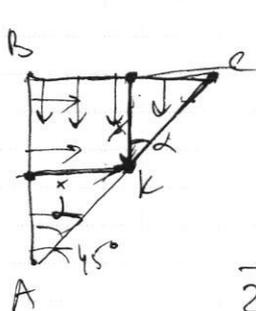
$$\frac{1}{d} - \frac{1}{f} = -\frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{F_0} = \frac{3}{2F_0} \Rightarrow f = \frac{2}{3}F_0$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{2F_0}$$

$$\frac{s_1}{s_0} = 1 - \frac{7}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{LK}{AB} = \frac{1}{2} \quad \frac{DK}{AB} = \frac{1}{2} = \frac{LK + DK}{AB}$$

### ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$G = \frac{Q}{S} = \text{const}$$

$$Q = SG$$

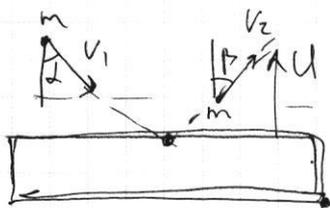
$$E = \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{kQ^2}{r^2} = \frac{kSG}{r^2}$$

F

$$\frac{Q}{2\epsilon_0 S}$$

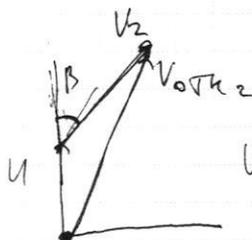
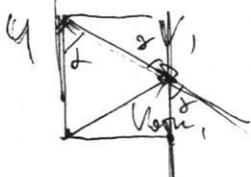
~~косоугольный~~



$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + E$$

$$mv_1 \sin \alpha = mv_2 \sin \beta$$

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = 18 \cdot \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 2 \cdot 2 \cdot 5 = 20$$



$$v_{\text{отн}2} = \sqrt{u^2 + v_1^2 + 2 \cos \beta v_2 u}$$

$$v_{\text{отн}1} = \sqrt{u^2 + v_1^2 - 2 \cos \alpha v_1 u}$$

$$v_{1y} = 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \quad v_{2y} = 20 \cdot \frac{4}{5}$$

$$m v_{\text{отн}1x} = m v_{\text{отн}2x}$$

~~$$m v_1^2$$~~

$$v_{y2}^2 \cos^2 \beta + v_{y2}^2 \sin^2 \beta = v_2^2 \Rightarrow v_{y2}$$

$$v_{y1} - \text{проект} \Rightarrow v_{y2}$$